

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-171376
(P2001-171376A)

(43) 公開日 平成13年6月28日 (2001.6.28)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

テマコード (参考)

B 6 0 K 17/356

B 6 0 K 17/356

3 D 0 4 3

6/02

B 6 0 L 11/14

5 H 1 1 5

B 6 0 L 11/14

B 6 0 K 9/00

E

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平11-356114

(22) 出願日 平成11年12月15日 (1999. 12. 15)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 市岡 英二

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 木下 朋法

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100085361

弁理士 池田 治幸 (外2名)

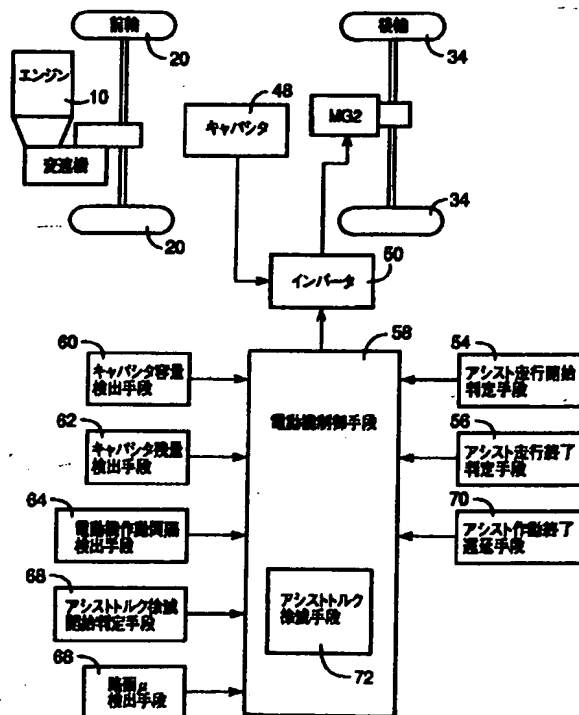
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 前後輪駆動車両の制御装置

(57) 【要約】

【課題】 前輪および後輪のうちの一方の車輪が原動機により駆動され、他方の車輪が電動機により駆動される形式の前後輪駆動車両において、電動機の作動或いは不作動に起因した違和感が抑制される前後輪駆動車両の制御装置を提供することにある。

【解決手段】 電動機制御手段58により、電源として機能するキャパシタ48の経時変化すなわち容量 C_{min} の劣化に応じてMG2の作動が制御されることから、そのMG2の1回のアシスト作動に消費される電気エネルギーが制限されて、キャパシタ48の容量 C_{min} の経時変化に拘らずMG2により得られるアシスト作動の回数が減少しないようにされるので、運転者の期待したMG2のアシスト作動が得られないことに起因する違和感が好適に防止される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 前記および後記のうちの一方の車輪が原動機により駆動され、他方の車輪が電源からの電気エネルギーにより作動させられる電動機により駆動可能な前後輪駆動車両の制御装置であって、

前記電源の経時変化に基づいて前記電動機の作動を制御する電動機制御手段を備えたことを特徴とする前後輪駆動車両の制御装置。

【請求項2】 前記電源はキャパシタであり、前記電動機制御手段は、該キャパシタの充電容量の減少に応じて前記電動機へ供給される電気エネルギーを制限するものである請求項1の前後輪駆動車両の制御装置。

【請求項3】 前記および後記のうちの一方の車輪が原動機により駆動され、他方の車輪が電源からの電気エネルギーにより作動させられる電動機により駆動可能な前後輪駆動車両の制御装置であって、

前記電動機の作動間隔に基づいて該電動機の作動を制御する電動機制御手段を備えたことを特徴とする前後輪駆動車両の制御装置。

【請求項4】 前記電源はキャパシタであり、前記電動機制御手段は、前記電動機の作動間隔の減少に応じて該電動機へ供給される電気エネルギーを制限するものである請求項3の前後輪駆動車両の制御装置。

【請求項5】 前記および後記のうちの一方の車輪が原動機により駆動され、他方の車輪が電源からの電気エネルギーにより作動させられる電動機により駆動可能な前後輪駆動車両の制御装置であって、

前記電動機の作動終了条件が成立したか否かを判定する電動機作動終了判定手段と、

該電動機作動終了判定手段により前記電動機の作動終了条件が成立したと判定された場合には、予め設定された遅れ時間後に該電動機の作動を終了させる電動機作動終了手段とを、含むことを特徴とする前後輪駆動車両の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、前記および後記のうちの一方の車輪が原動機により駆動され、他方の車輪が電源からの電気エネルギーにより作動させられる電動機により駆動可能な前後輪駆動車両の制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】前記および後記のうちの一方の車輪がたとえばエンジン（内燃機関）を駆動源とし、他方の車輪が蓄電器などの電源から出力された電気エネルギーで作動させられる電動機すなわち電気モータを駆動源とする形式の前後輪駆動車両が知られている（特開平9-294308号公報）。また、このような前後輪駆動車両において、車両全体として駆動能力を向上させつつ省燃費或いは車両特性を良好なものに維持するために、車両の加

速を必要とする所定のモータ駆動領域となったときだけでなく、凍結路、圧雪路などの路面摩擦抵抗が低い路面での発進時などに電動機が駆動されて後記からのアシストトルクが車両に加えられるようになっている（特開平8-300965号公報）。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記のような従来の前後輪駆動車両の制御装置では、蓄電器などの電源の状態、電動機の作動頻度、作動終了直後の電動機の作動開始を考慮することなく電動機の作動を制御していたため、運転者に違和感を与えるおそれがあった。たとえば、蓄電器の経時変化によってその蓄電容量が低下した場合には、電動機の作動が一律に制御されると、当初は電動機のアシストが得られた前後輪駆動車両の走行状態において電動機の作動が不能となるので、運転者に違和感が発生する。また、たとえば、渋滞走行などで電動機の作動頻度が多くなるに伴って蓄電器の蓄電容量が急速に減少した場合には、電動機の作動が一律に制御されると、通常は電動機のアシストが得られた前後輪駆動車両の走行状態において電動機の作動が不能となるので、運転者に違和感が発生する。また、たとえば、電動機のアシスト作動終了直後にアクセルペダルが大きく踏み込まれてその電動機のアシスト作動開始条件が成立させられると、直ちに電動機のアシスト作動が開始されてハンチングが発生し、運転者に違和感が発生する。

【0004】本発明は以上の事情を背景として為されたものであり、その目的とするところは、前記および後記のうちの一方の車輪が原動機により駆動され、他方の車輪が電動機により駆動される形式の前後輪駆動車両において、電動機の作動或いは不作動に起因した違和感が抑制される前後輪駆動車両の制御装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための第1の手段】かかる目的を達成するための第1発明の要旨とするところは、前記および後記のうちの一方の車輪が原動機により駆動され、他方の車輪が電源からの電気エネルギーにより作動させられる電動機により駆動可能な前後輪駆動車両の制御装置であって、前記電源の経時変化に基づいて前記電動機の作動を制御する電動機制御手段を備えたことにある。

【0006】

【第1発明の効果】このようにすれば、電動機制御手段により、電源の経時変化に応じて電動機の作動が制御されることから、運転者の違和感が好適に防止される。例えば電動機の1回の作動に消費される電気エネルギーを制限すれば、電源の経時変化に拘わらず電動機により得られるアシスト作動ごとの駆動力変化を低減することができると共に、回数が減少しないようにされるので、運転者の期待した電動機のアシスト作動が得られないことに起因する違和感が好適に防止される。



【0007】

【第1発明の他の態様】ここで、好適には、前記電源はキャパシタ（蓄電器）であり、前記電動機制御手段は、そのキャパシタの容量（充電可能容量すなわち満充電時の容量）の減少に応じて前記電動機へ供給される電気エネルギーを制限するものである。このようにすれば、電動機制御手段により、キャパシタの容量の減少に応じて電動機の1回の作動に消費される電気エネルギーが制限されるので、キャパシタの容量の減少に拘らず電動機により得られるアシスト作動ごとの駆動力変化を低減することができると共に、そのアシスト作動の回数が減少せず、運転者の期待した電動機のアシスト作動が得られないことに起因する違和感が好適に防止される。

【0008】また、好適には、前記電動機制御手段は、前記キャパシタの容量が予め設定された判断基準値を下回ったと判定された場合に、キャパシタの容量が小さくなるほど前記電動機の1回の作動に消費される電気エネルギーを制限するものである。このようにすれば、キャパシタの容量の判断基準値を下まわる減少に拘らず電動機により得られるアシスト作動ごとの駆動力変化を低減することができると共に、そのアシスト作動の回数が減少せず、運転者の期待した電動機のアシスト作動が得られないことに起因する違和感が好適に防止される。

【0009】また、好適には、前記電動機制御手段は、そのキャパシタの充電残量（たとえば満充電量に対する残量の割合）の減少に応じて前記電動機へ供給される電気エネルギーを制限するものである。このようにすれば、電動機制御手段により、キャパシタの充電残量の減少に応じて電動機の1回の作動に消費される電気エネルギーが制限されるので、キャパシタの充電残量の減少に拘らず電動機により得られるアシスト作動ごとの駆動力変化を低減することができると共に、そのアシスト作動の回数が減少せず、運転者の期待した電動機のアシスト作動が得られないことに起因する違和感が好適に防止される。

【0010】また、好適には、前記電動機制御手段は、前記キャパシタの残量が予め設定された判断基準値を下回った場合に、そのキャパシタの充電残量が少なくなるほど前記電動機の1回の作動に消費される電気エネルギーを制限するものである。このようにすれば、キャパシタの充電残量の判断基準値を下まわる減少に拘らず電動機により得られるアシスト作動ごとの駆動力変化を低減することができると共に、そのアシスト作動の回数が減少せず、運転者の期待した電動機のアシスト作動が得られないことに起因する違和感が好適に防止される。

【0011】

【課題を解決するための第2の手段】また、前記目的を達成するための第2発明の要旨とするところは、前輪および後輪のうちの一方の車輪が原動機により駆動され、他方の車輪が電源からの電気エネルギーにより作動させられる電動機により駆動可能な前後輪駆動車両の制御装置



であって、前記電動機の作動間隔に基づいてその電動機の作動を制御する電動機制御手段を備えたことにある。

【0012】

【第2発明の効果】このようにすれば、電動機制御手段により、電動機の作動間隔に基づいてその電動機の作動が制御されることから、運転者の違和感が好適に防止される。例えば、電動機の1回の作動に消費される電気エネルギーを制限すれば、電動機の作動間隔が短くなったにも拘らず電動機により得られるアシスト作動ごとの駆動力変化を低減することができると共に、そのアシスト作動の回数が減少しないようにされるので、運転者の期待した電動機のアシスト作動が得られないことに起因する違和感が好適に防止される。

【0013】

【第2発明の他の態様】ここで、好適には、前記電源はキャパシタであり、前記電動機制御手段は、前記電動機の作動間隔の減少に応じてその電動機へ供給される電気エネルギーを制限するものである。このようにすれば、電動機の作動間隔の減少すなわち作動頻度の増加に拘らず電動機により得られるアシスト作動ごとの駆動力変化を低減することができると共に、そのアシスト作動の回数が減少せず、運転者の期待した電動機のアシスト作動が得られないことに起因する違和感が好適に防止される。

【0014】また、好適には、前記電動機制御手段は、前記電動機の作動間隔が予め設定された判断基準値を下回ったと判定された場合に、その作動間隔が短くなるほど前記電動機の1回の作動に消費される電気エネルギーを制限するものである。このようにすれば、電動機の作動間隔の判断基準値を下まわる減少に拘らず電動機により得られるアシスト作動ごとの駆動力変化を低減することができると共に、そのアシスト作動の回数が減少せず、運転者の期待した電動機のアシスト作動が得られないことに起因する違和感が好適に防止される。

【0015】

【課題を解決するための第3の手段】また、前記目的を達成するための第3発明の要旨とするところは、前輪および後輪のうちの一方の車輪が原動機により駆動され、他方の車輪が電源からの電気エネルギーにより作動させられる電動機により駆動可能な前後輪駆動車両の制御装置であって、(a) 前記電動機の作動終了条件が成立したか否かを判定する電動機作動終了判定手段と、(b) その電動機作動終了判定手段により前記電動機の作動終了条件が成立したと判定された場合には、予め設定された遅れ時間後に該電動機の作動を終了させる電動機作動終了手段とを、含むことにある。

【0016】

【第3発明の効果】このようにすれば、電動機制御手段により、電動機作動終了判定手段により前記電動機の作動終了条件が成立したと判定された場合には、予め設定された遅れ時間後にその電動機の作動が終了させられる

ので、たとえば□□の作動終了条件が成立直後に作動開始条件が成立した場合では□□の作動停止および作動開始が短時間に行われるハンチングが好適に防止され、そのハンチングに起因する違和感が好適に防止される。

【0017】

【発明の好適な実施の形態】以下、本発明の一実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

【0018】図1は、本発明の一実施例の制御装置を有する車両の動力伝達装置であって、前記エンジン前駆動 (FF) を基本とする前後駆動車両を示している。図において、エンジン10は、ガソリンエンジン、ディーゼルエンジンなどの内燃機関であって、その出力トルクは、トルクコンバータ12、変速機14、前駆用差動歯車装置16、車軸18を介して一対の前輪20へ伝達されるようになっている。そして、電気モータ/ジェネレータ (以下、MG1という) が上記エンジン10に設けられている。上記エンジン10から前輪20までが前駆動系に対応している。

【0019】また、第2の電気モータ/ジェネレータ (以下、MG2という) の出力トルクは、後駆用差動歯車装置30、および車軸32を介して1対の後輪34へ伝達されるようになっている。上記MG2から後輪34までが後駆動系に対応している。このMG2によって後輪34が駆動されるときに4輪駆動状態となる。このような形式の車両は、プロペラシャフトを用いない4輪駆動車両とも称され得る。なお、上記MG1およびMG2は、車両を駆動する電気モータとして機能するだけでなく、車両の制動エネルギーによって回駆動されることにより発電し、発電電力 (回生エネルギー) を出力する発電機 (ジェネレータ) としての機能も備えている。4輪駆動時においてMG2に電力を直接的に供給する場合がありますが前記ジェネレータMG1はその発電能力を備えている。

【0020】上記変速機14は、その入力軸の回転を減速または増速して前輪20へ伝達するものであって、たとえば常時噛み合い型平行2軸式の手動変速機、複合組の遊星歯車装置の要素が油圧式摩擦係合装置によって選択的に連結されたり回転停止させられることによって複数のギヤ段が達成される自動変速機、有効径が可変の1対のプーリに伝動ベルトが巻き掛けられたベルト式無段変速機などにより形成される。

【0021】エンジンおよび変速機用電子制御装置38は、予め記憶された関係から、実際のエンジン回転速度 N_e 、吸入空気量 Q/N または吸気管圧力に基づいて燃料噴射時間を制御する燃料噴射制御、予め記憶された関係から、実際のエンジン回転速度 N_e 、吸入空気量 Q/N に基づいて基本点火時期を制御する点火時期制御、エンジン10のアイドル時における目標アイドル回転速度を決定し、実際のアイドル回転がその目標アイドル回転

速度となるようにアイドル制御弁を制御するアイドル回転制御、必要に応じてエンジン10を停止させたり作動させたりするエンジンオンオフ制御、変速機14がたとえば自動変速機である場合には予め記憶された変速機図から実際の車速 V およびアクセル開度 (アクセルペダル36の踏み込み度合いまたはスロットル弁開度) θ に基づいて変速ギヤ段を決定し、その変速ギヤ段に切り換える自動変速制御などを実行する。

【0022】ブレーキ制御用電子制御装置40は、ブレーキ44を用いることにより、車輪のスリップ率を目標範囲内に制御して低 μ 路における車輪のロックを抑制して制動時における車両を安定化するABS制御、旋回走行時における車両のアンダーステアまたはオーバーステアを抑制して車両の旋回挙動を安定化するVSC制御、発進時における駆動輪のスリップ率を目標範囲内に制御して牽引力を高めるTRC制御を行う。1対の前輪20および1対の後輪34にそれぞれ設けられた車輪速度センサ42_{FL}、42_{FR}、42_{RL}、42_{RR}からの信号に基づいて、車輪車速 (車輪回転速度に基づいて換算される車体速度) V_{FL} 、 V_{FR} 、 V_{RL} 、 V_{RR} 、前輪車速 V_F ($= (V_{FL} + V_{FR}) / 2$)、後輪車速 V_R ($= (V_{RL} + V_{RR}) / 2$)、および車体速度 V (たとえば車輪車速 V_{FL} 、 V_{FR} 、 V_{RL} 、 V_{RR} のうちの最も遅い速度が車体速度 V すなわち車速 V として推定される) を算出する一方で、それらから所定の車輪のスリップ率が求められる。上記目標範囲はその車輪の摩擦係数 μ が最大となる領域に設定されている。

【0023】モータ制御用電子制御装置46は、たとえば図2の2重線の区間に示すように、車両制動時において、MG2から出力される回生電力をキャパシタ48に蓄えさせる回生制御と、たとえば図2の太線の区間に示すように、通常の路面やドライ路などの高摩擦係数路面 (高 μ 路) での発進、加速走行時において、アクセル開度 θ に応じてキャパシタ48に蓄えられた電力をインバータ50を通してMG2へ供給することにより、MG2の駆動力をエンジン10の駆動力に加えて、車両の加速を助勢 (アシスト) して燃費を高める高 μ 路アシスト制御と、凍結路、圧雪路などの低摩擦係数路面 (低 μ 路) での発進走行時において、車両の発進能力を高めたりまたは不要時にはMG2を停止させる低 μ 路アシスト制御とを実行する。上記MG2の出力電流および駆動電流、MG1の出力電流、キャパシタ48の蓄電電流および出力電流は、上記モータ制御用電子制御装置46により制御されるインバータ50により電流制御されるようになっているのである。上記キャパシタ48は、たとえば硫酸水溶液からなる電解質が含浸させられたセパレータを挟む1対の電極から成る電気二重層コンデンサが複数層積層されることにより形成されたものである。

【0024】路面勾配センサ52は、車速零時において用いられるGセンサまたは傾斜計から形成されるもの

であり、路面傾斜角 θ_{max} 或いは勾配(傾斜) α ($=\tan \theta_{\text{max}}$)を衰す倍率を上記モータ制御用電子制御装置46などに供給する。上記エンジンおよび変速用電子制御装置38、ブレーキ制御用電子制御装置40、モータ制御用電子制御装置46は、CPU、ROM、RAM、入出力インターフェースなどを備えた所謂マイクロコンピュータであって、RAMの一時記憶機能を利用しつつROMに予め記憶されたプログラムに従って入力信号を処理し、制御信号を出力するものであり、それらの入力信号、記憶信号、演算値は必要に応じて相互に授受されるようになっている。

【0025】図3は、主として上記モータ制御用電子制御装置46の制御機能の要部を説明する機能ブロック図である。図3において、アシスト走行開始判定手段54は、通常の前輪(2輪)駆動状態から4輪駆動状態とする条件が成立したか否かを判定する4輪駆動状態走行開始判定に相当するものであって、車両の走行状態がMG2の作動による後輪34の加速アシスト駆動を開始させる状態となったか否かを判定する。たとえば、アシスト走行開始判定手段54は、車速Vが予め設定された判断基準車速 V_{th} 以下であり、アクセル開度 θ が予め設定された判断基準開度 θ_{th} 以上であり、且つアクセルペダル36による加速操作が行われた場合に、MG2の作動によるアシスト走行の開始条件が成立したと判定する。アシスト走行終了判定手段56は、4輪駆動状態から通常の前輪駆動状態とする条件が成立したか否かを判定する4輪駆動状態走行終了判定に相当するものであって、車両の走行状態がMG2の作動による後輪34の加速アシスト駆動を終了させる状態となったか否かを判定する。たとえば、電動機作動終了判定手段すなわちアシスト走行終了判定手段56は、たとえば、アシスト作動開始からの経過時間 t が予め設定されたアシスト作動制限時間 T を越え、車速Vが予め設定された判断基準車速 V_{th} を越え、アクセル開度 θ が予め設定された判断基準開度 θ_{th} 未満であり、または、アクセルペダル36による減速操作が行われた場合に、MG2の作動によるアシスト走行の開始条件が終了したと判定する。上記判断基準車速 V_{th} および判断基準開度 θ_{th} は比較的低速走行時において比較的大負荷まで加速操作が行われたことを判定するために予め実験などで求められたものである。また上記判断基準車速 V_{th} 、判断基準開度 θ_{th} にヒステリシスを設けても良い。その場合には開始判定に用いられる θ_{th} および V_{th} に対して終了判定に用いられる判断基準車速 V_{th} は比較的高速走行域に設定され、判断基準開度 θ_{th} は減速操作を判定するためのマップなどから決定される予め実験などで求められたものであり、 $V_{th} < V_{th}$ 、 $\theta_{th} > \theta_{th}$ (車速Vが同じ時)の関係にある。

【0026】電動機制御手段58は、上記アシスト走行開始判定手段54によりMG2の作動による後輪34の加速アシスト駆動を開始させる状態となったと判断され

た場合には、たとえば図2の太線が示す期間に示すように、キャパシタ48から供給される電力によりMG2を作動させ、それまでの前輪駆動状態から4輪駆動状態へ切り換える。このMG2から出力されるアシストトルク T_{as} は、車両における後輪34の荷重配分に基づいて基本的に決定される。また、上記アシスト走行終了判定手段56によりMG2の作動による後輪34の加速アシスト駆動を終了させる状態となったと判断された場合には、MG2から出力されるアシストトルク T_{as} を零として、それまでの4輪駆動状態から2輪駆動状態すなわち前輪駆動状態へ切り換える。

【0027】キャパシタ容量検出手段60は、キャパシタ48の充電可能な最大容量であって経時的に劣化する実際の容量 C_{in} を、たとえばそのキャパシタ48の充電時における端子電圧変化の時定数、充電電流変化の時定数などに基づいて周期的に検出する。キャパシタ残量検出手段62は、キャパシタ48の充電残量SOC

(%)を、たとえばそのキャパシタ48の端子電圧に基づいて周期的に検出する。電動機作動間隔検出手段64は、たとえば現時刻以前の予め設定された一定期間内のMG2の起動間隔の平均値を求めることにより、MG2のアシスト実行間隔すなわちMG2の作動間隔 $t_{i_{as}}$ を算出する。路面 μ 検出手段66は、車両の走行路面の摩擦係数 μ を、たとえば主駆動輪である前輪20とアシスト時以外は常時従動させられる後輪34との回転速度差に基づいて検出する。

【0028】アシストトルク徐減開始判定手段68は、一例としてMG2のアシスト作動期間に消費されるアシストエネルギー E_{as} が予め設定された判断基準値 E_c を越えたことに基づいて、アシスト走行終了判定手段56による終了判定前においてMG2のアシストトルク徐減開始を判定する。一方、電動機作動終了遅延手段すなわちアシスト作動終了遅延手段70は、アシスト走行終了判定手段56による終了判定すなわちMG2の作動終了判定からの経過時間 t が予め設定された遅延時間 T_d を越えたか否かを判定し、越えた場合にはMG2の作動終了指令を出力する。この遅延時間 T_d は、2輪走行と4輪走行との切換のハンチングを防止するために必要かつ十分な値に設定される。

【0029】前記電動機制御手段58は、たとえば図4に示す予め記憶された関係からキャパシタ48の実際の容量 C_{in} に基づいて補正係数 k_1 を決定し、たとえば図5に示す予め記憶された関係から実際のキャパシタ48の充電残量SOCに基づいて補正係数 k_2 を決定し、たとえば低車速の場合には図6、高車速の場合には図7に示す予め記憶された関係から実際のMG2の作動間隔 $t_{i_{as}}$ に基づいて補正係数 k_3 、或いは k_4 を決定し、たとえば図9に示す予め記憶された関係から実際の路面 μ に基づいて補正係数 k_5 を決定し、数式(1)から上記補正係数および荷重配分から基本的に決定される理想ア

シストトルク T_{m2} に基づいてMG2のアシストトルク T_{m2} を算出し、そのアシストトルク T_{m2} が得られる
(数式1)

$$T_{m2} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot T_{m1} \quad (1)$$

【0031】上記図4の關係は、キャパシタ48の実際の容量 C_{m1} が所定の値 C_1 を下回るまでは「1」であるが、それを下回るとキャパシタ48の実際の容量 C_{m1} が小さくなるほど補正係数 k_1 が小さくなるものである。上記図5の關係は、キャパシタ48の充電残量SOCおよびアクセル開度 θ で決まる車両状態がたとえば図8に示す領域A或いはBのいずれにあるかに基づいてその特性が決定されるものであって、キャパシタ48の充電残量SOCが所定の値 SOC_1 を下回るまでは「1」であるが、それを下回る領域ではキャパシタ48の充電残量SOCが小さくなるほど補正係数 k_1 が小さくなるものである。また、上記図6の關係は、MG2の作動間隔 $t_{i_{m2}}$ が所定の値 $t_{i_{m1}}$ を下回るまでは「1」であるが、それを下回るとMG2の作動間隔 $t_{i_{m2}}$ が小さくなるほど補正係数 k_2 が小さくなるものである。また、上記図7の關係は、MG2の作動間隔 $t_{i_{m2}}$ が所定の値 $t_{i_{m1}}$ を下回るまでは「1以上」であるが、それを下回るとMG2の作動間隔 $t_{i_{m2}}$ が小さくなるほど補正係数 k_2 が小さくなり、さらにMG2の作動間隔 $t_{i_{m2}}$ が所定の値 $t_{i_{m1}}$ を下回ると「1」となるものである。上記補正係数 k_3 および k_4 の一方が決定される場合には他方が「1」とされる。また、高車速ほど回生による電気エネルギーがキャパシタ48に蓄えられるので、図7において決定される補正係数 k_3 は1よりも大きい値とされている。さらに、上記図9の關係は、路面摩擦係数 μ が所定値 μ_1 を上回るまでは「1」であるが、それを上回ると路面摩擦係数 μ が大きくなるほど補正係数 k_4 が小さくなるものである。

【0032】従って、電動機制御手段58は、キャパシタ48の容量 C_{m1} の経時変化に基づいてそのキャパシタ48の容量 C_{m1} が低下するほどキャパシタ48からMG2へ供給される電気エネルギーを制限し、キャパシタ48の充電残量SOCに基づいてそのキャパシタ48の充電残量SOCが低下するほどキャパシタ48からMG2へ供給される電気エネルギーを制限し、MG2の作動間隔 $t_{i_{m2}}$ に基づいてその作動間隔 $t_{i_{m2}}$ が短くなるほどキャパシタ48からMG2へ供給される電気エネルギーを制限し、それぞれMG2から出力されるアシストトルク T_{m2} を減少させる。

【0033】また、電動機制御手段58は、アシストトルク徐減手段72を備えており、アシストトルク徐減開始判定手段68により一例としてMG2のアシスト作動期間に消費されるアシストエネルギー E_{m2} が予め設定された判断基準値 E を越えたことが判定された場合には、MG2のアシストトルクを徐々に低減させてMG2のアシスト作動を終了させる。また、電動機制御手段5

* ようにキャパシタ48からの電力供給量を制御する。
【0030】

8は、前記アシスト作動終了遅延手段70からの指令に従って、アシスト走行終了判定手段56により終了判定されてから所定の遅延時間 T_d 後にMG2のアシストトルクを徐々に低減させてMG2のアシスト作動を終了させる。

【0034】図10、図11、および図12は、主として上記モータ制御用電子制御装置46の制御作動の要部を説明するフローチャートであって、図10はアシスト制御ルーチンを示し、図11は図10のアシストトルク算出ルーチンを示し、図12はアシスト終了時にアシストトルクを徐減させる制御を行うアシスト制御ルーチンを示している。

【0035】図10において、ステップ(以下、ステップを省略する)SA1では、アシスト作動開始からの経過時間 t が予め設定されたアシスト作動制限時間 T よりも小さいか否かが判断される。当初はこのSA1の判断が肯定されるので、SA2において車速 V が予め設定された判断基準車速 V_1 以下であるか否かが判断される。このSA2の判断が肯定される場合は、SA3において、アクセルペダル36による加速操作が行われたか否かが、今回のアクセル開度 θ が前回のアクセル開度 θ_1 より大きくなったか否かに基づいて判断される。このSA3の判断が肯定される場合は、SA4において、アクセル開度 θ が予め設定された判断基準開度 θ_1 以上であるか否かが判断される。また、上記SA3の判断が否定された場合は、SA5において図示しないブレーキペダルが操作されたか否かがブレーキスイッチがオン状態となった否かに基づいて判断される。

【0036】上記SA4の判断が肯定されるか或いはSA5の判断が否定される場合は、前記電動機制御手段58、キャパシタ容量検出手段60、キャパシタ残量検出手段62、電動機作動間隔検出手段64、路面 μ 検出手段66に対応するSA6において、MG2によるアシスト駆動が実行された後、SA7において経過時間 t がカウントされた後、SA1以下が繰り返し実行される。しかし、上記SA1、SA2、SA4の判断のいずれかが否定される場合は、電動機制御手段58に対応するSA8において、MG2によるアシスト駆動が終了させられた後、SA9において経過時間 t を計数するカウンタがクリアされた後、SA1以下が繰り返し実行される。本実施例では、上記SA1、SA2、SA3、SA4、SA5が、前記アシスト走行開始判定手段54およびアシスト走行終了判定手段56に対応している。

【0037】図11は、上記SA6において実行されるアシストトルク算出ルーチンを示している。SA61では、たとえば図4に示す予め記憶された関係から実際の

キャパシタ48の容量 C_{48} に基づいて補正係数 k_1 が決定され、SA62では、たとえば図5に示す予め記憶された関係から実際のキャパシタ48の充電残量SOCに基づいて補正係数 k_1 が決定され、SA63では、車速 V が所定値 V_1 より高い高車速であるか否かが判断され、SA64では、車速 V が所定値 V_1 以下の低車速の場合には図6に示す予め記憶された関係から実際のMG2の作動間隔 $t_{1_{MG2}}$ に基づいて補正係数 k_1 が決定され、SA65では、車速 V が所定値 V_1 を上まわる高車速の場合に図7に示す予め記憶された関係から実際のMG2の作動間隔 $t_{1_{MG2}}$ に基づいて補正係数 k_1 が決定され、SA66では、たとえば図9に示す予め記憶された関係から実際の路面 μ に基づいて補正係数 k_1 が決定され、SA67では、数式(1)から上記補正係数および荷重配分から基本的に決定される理想アシストトルク T_{MG2} に基づいてMG2のアシストトルク T_{MG2} が算出され、そのアシストトルク T_{MG2} が得られるようにキャパシタ48からの電力供給量が制御されて4輪走行が行われる。

【0038】図12の制御において、SB1ではMG2によるアシスト制御の実行中であるか否かが判断される。このSB1の判断が否定される場合は本ルーチンが終了させられるが、肯定される場合は、SB2において、たとえばSA6と同様に、MG2によるアシスト作動が実行される。図13或いは図14の t_1 時点はこの状態を示している。次いで、前記アシスト走行終了判定手段56に対応するSB3において、アクセルペダル36が非操作状態とされたか或いは図示しないブレーキペダルが操作状態となったか否かが判断される。このSB3の判断が否定された場合は、SB4において、MG2によるアシスト作動の開始からそれまでに消費されたエネルギー E_{MG2} が算出される。次いでSB5において、上記エネルギー E_{MG2} が予め設定された判断基準値 E を越えたか否かが判断される。当初はこのSB5の判断が否定されるので、SB2が繰り返し実行されてMG2によるアシスト作動が継続される。

【0039】上記MG2によるアシスト作動が継続されるうち、SB5の判断が否定されると、前記アシストトルク徐減手段72（電動機制御手段58）に対応するSB8においてMG2によるアシストトルク T_{MG2} が前記終了判定に先立って徐々に減少させられる。図13の t_2 時点はこの状態を示している。これにより、図13の t_2 時点においてアシストトルク T_{MG2} が略零とされる。そして、前記電動機制御手段58に対応するSB9においてMG2によるアシスト作動が終了させられる。

【0040】前記SB3の判断が肯定される場合、すなわち終了判定が行われた場合には、SB6において終了判定からの経過時間 t_1 を計数するタイマの作動が開始される。図14の t_1 時点はこの状態を示している。次いで、SB7において、経過時間 t_1 が予め設定された

遅延時間 T_{MG2} を越えたか否かが判断される。当初は上記SB7の判断が否定されるので、SB6以下が繰り返し実行されるが、遅延時間 T_{MG2} が経過するとSB7の判断が肯定される。図14の t_2 時点はこの状態を示している。そして、前記SB8以下が実行されてMG2によるアシストトルク T_{MG2} が徐々に減少させられてアシスト作動が終了させられる。図14の t_2 時点はこの状態を示している。

【0041】上述のように、本実施例によれば、電動機制御手段58（SA6）により、電源として機能するキャパシタ48の経時変化すなわち容量 C_{48} の劣化に応じてMG2の作動が制御されることから、そのMG2の1回のアシスト作動に消費される電気エネルギーが制限されて、キャパシタ48の容量 C_{48} の経時変化に拘らずMG2により得られるアシスト作動ごとの駆動力変化を低減することができると共に、そのアシスト作動の回数が減少しないようにされるので、運転者の期待したMG2のアシスト作動が得られないことに起因する違和感が好適に防止される。

【0042】また、本実施例において、電動機制御手段58（SA6）は、キャパシタ48の容量 C_{48} が予め設定された判断基準値 C_1 を下回ると、そのキャパシタ48の容量 C_{48} が少なくなるほどMG2の1回の作動に消費される電気エネルギーを制限するものであるので、キャパシタ48の容量の判断基準値 C_1 を下まわる減少に拘らずMG2により得られるアシスト作動ごとの駆動力変化を低減することができると共に、そのアシスト作動の回数が減少せず、運転者の期待した電動機のアシスト作動が得られないことに起因する違和感が好適に防止される。

【0043】また、本実施例において、電動機制御手段58（SA6）は、キャパシタ48の充電残量（たとえば満充電量に対する残量の割合）SOCの減少に応じて前記MG2へ供給される電気エネルギーを制限するものであることから、キャパシタ48の充電残量SOCの減少に応じてMG2の1回の作動に消費される電気エネルギーが制限されるので、キャパシタ48の充電残量の減少に拘らずMG2により得られるアシスト作動ごとの駆動力変化を低減することができると共にそのアシスト作動の回数が減少せず、運転者の期待した電動機のアシスト作動が得られないことに起因する違和感が好適に防止される。

【0044】また、本実施例では、キャパシタ48の残量SOCが予め設定された判断基準値 SOC_1 を下回ると、その残量SOCが少なくなるほどMG2の1回の作動に消費される電気エネルギーが制限されるので、キャパシタ48の充電残量SOCの判断基準値 SOC_1 を下まわる減少に拘らずMG2により得られるアシスト作動ごとの駆動力変化を低減することができると共に、そのアシスト作動の回数が減少せず、運転者の期待したMG2

のアシスト作動が得られないことに起因する違和感が好適に防止される。

【0045】また、本実施例では、電動機制御手段58 (SA6) は、MG2の作動間隔 $t_{i_{MG2}}$ に基づいてそのMG2の作動が制御されることから、MG2の作動間隔の減少に応じてMG2の1回のアシスト作動に消費される電気エネルギーが制限されるので、MG2の作動間隔 $t_{i_{MG2}}$ が短くなったにも拘らずMG2により得られるアシスト作動ごとの駆動力変化を低減することができると共に、そのアシスト作動の回数が減少しないようにされるので、運転者の期待した電動機のアシスト作動が得られないことに起因する違和感が好適に防止される。

【0046】また、本実施例では、電動機制御手段58 (SA6) は、MG2の作動間隔 $t_{i_{MG2}}$ が予め設定された判断基準値 $t_{i_{MG2}}$ を下回った場合に、そのMG2の作動間隔 $t_{i_{MG2}}$ が短くなるほどMG2の1回のアシスト作動に消費される電気エネルギーを制限するものである。MG2の作動間隔 $t_{i_{MG2}}$ の判断基準値 $t_{i_{MG2}}$ を下まわる減少に拘らずMG2により得られるアシスト作動ごとの駆動力変化を低減することができると共に、そのアシスト作動の回数が減少せず、運転者の期待した電動機のアシスト作動が得られないことに起因する違和感が好適に防止される。

【0047】また、本実施例では、電動機作動終了判定手段すなわちアシスト走行終了判定手段56 (SB3) によりMG2の作動終了条件が成立したと判定された場合には、電動機作動終了遅延手段すなわちアシスト作動終了遅延手段70 (SB6、SB7) により、予め設定された遅延時間 T_{MG2} 後にそのMG2の作動が終了させられるので、たとえMG2の作動終了条件が成立直後に作動開始条件が成立した場合でも、MG2の作動停止および作動開始が短時間に行われるハンチングが好適に防止され、そのハンチングに起因する違和感が好適に防止される。

【0048】また、本実施例では、一例としてMG2のアシスト作動期間に消費されるアシストエネルギー E_{MG2} が予め設定された判断基準値 E_c を越えたことに基づいて、アシスト走行終了判定手段56による終了判定前においてMG2のアシストトルク徐減開始を判定するアシストトルク徐減開始判定手段68が設けられ、前記電動機制御手段58は、そのアシストトルク徐減開始判定手段68によりMG2のアシスト作動期間に消費されるアシストエネルギー E_{MG2} が予め設定された判断基準値 E_c を越えたことが判定された場合に、アシスト走行終了判定手段56によるアシスト走行の終了判定に先立ってMG2のアシストトルクを徐々に低減させてMG2のアシスト作動を終了させる。このため、加速時であっても、トルク抜けによる違和感が好適に軽減される。

【0049】なお、図15は、惰行走行時において実行される回生作動においてMG2からキャパシタ48へ供

給される電力すなわち充電電流の補正に用いられる補正係数 k_i を決定する関係を示している。この補正係数 k_i は、上記充電電流に乗算されるものであって、キャパシタ48の充電残量SOCがたとえば50%程度以上に設定される所定値SOC₀を越えるとその充電残量SOCが増加するほど減少させられてゆっくりと充電させられるようにするものである。キャパシタ48が好適に満充電状態とされる。

【0050】以上、本発明の一実施例を図面に基づいて説明したが、本発明はその他の態様においても適用されるものである。

【0051】たとえば、前述の実施例においては、前置エンジン前輪駆動 (FF) を基本とする所謂電気式4輪駆動車両が用いられていたが、前置エンジン後輪駆動 (FR) を基本とする所謂電気式4輪駆動車両が用いられてもよい。

【0052】また、前述の実施例では、誘電体の分極によって静電的に電気エネルギーを蓄えるキャパシタ48が電源として用いられていたが、電気化学的に電気エネルギーを蓄える蓄電池等の蓄電装置であってもよい。

【0053】また、前述の実施例のMG1は、原動機として用いられる他、エンジン10を始動させるモータ、車両発進時においては駆動トルクを出力するモータとして作動させられてもよい。また、MG1は、車両停止時においてエンジン10を停止させたまま、エアコンのコンプレッサ、パワステのオイルポンプ等の補機を回転駆動させるように連結されていてもよい。

【0054】また、前述の実施例の図4では、キャパシタ48の容量 C_{MG2} に基づいて補正係数 k_i が決定されていたが、キャパシタ48の体格或いは容積に基づいて補正係数 k_i が決定されてもよい。

【0055】また、前述の図15では、回生時において、キャパシタ48の充電残量SOCに基づいてMG2からキャパシタ48への充電電流が変更されていたが、実際のキャパシタ48の容量 C_{MG2} 、運転車の運転志向や走行パターンに基づいてキャパシタ48への充電電流が変更されてもよい。

【0056】また、前述の図15では、回生時において、キャパシタ48の充電残量SOCに基づいてMG2からキャパシタ48への充電終了時の電流が制限されていたが、キャパシタ48への充電開始時の電流が制限されるようにしてもよい。

【0057】また、前述の車両において、MG2による回生時において、前輪駆動系に設けられたエンジン10と変速機14との間に設けられたクラッチをスリップ係合乃至完全係合させることによりエンジンブレーキを作用させ、一層制動力を高めるようにしてもよい。

【0058】また、前述の車両において、実際のアクセル開度が定常走行に必要なアクセル開度 θ_0 以上となったときにMG2すなわち後輪34によるアシスト駆動を

開始させるようにしてもよい。また、登坂走行検出時、アクセル開度の変化率が所定値よりも大きくなったとき、車両の加速度すなわち前後加速度が減少したときにアシスト駆動を開始させるようにしてもよい。

【0059】また、車両のMG2すなわち後輪34によるアシスト駆動時において、MG2のアシストトルク T_{m2} 、或いは後輪34の駆動力は車両重量配分および路面 μ に基づいて決定されてもよい。

【0060】なお、上述したのはあくまでも本発明の一実施例であり、本発明はその主旨を逸脱しない範囲にお

いて種々の変更が加えられるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の制御装置およびそれが適用された前後輪駆動車両の動力伝達装置の構成を説明する図である。

【図2】図1のモータ制御用電子制御装置により制御される電気モータの作動を示す図であって、太線は電気モータのアシストトルク発生期間、二重線は電気モータの回生期間を示している。

【図3】図1のモータ制御用電子制御装置の制御機能の要部を説明する機能ブロック線図である。

【図4】アシストトルクを制限する補正係数 k_i を実際のキャパシタ容量 C_m に基づいて算出するための関係を示す図である。

【図5】アシストトルクを制限する補正係数 k_i を実際のキャパシタ残量SOCに基づいて算出するための関係を示す図である。

【図6】低車速走行時において、アシストトルクを制限する補正係数 k_i を実際のアシスト作動間隔 $t_{i_{m1}}$ に基づいて算出するための関係を示す図である。

【図7】高車速走行時において、アシストトルクを制限する補正係数 k_i を実際のアシスト作動間隔 $t_{i_{m1}}$ に基づいて算出するための関係を示す図である。

【図8】図5に示す関係を決定するために行われる領域*

*を示す図である。

【図9】アシストトルクを制限する補正係数 k_i を実際の路面摩擦係数 μ に基づいて算出するための関係を示す図である。

【図10】図1のモータ制御用電子制御装置の制御作動の要部を説明するフローチャートであって、アシスト制御ルーチンを示している。

【図11】図10のアシストトルク算出ルーチンを示している。

【図12】図1のモータ制御用電子制御装置の制御作動の要部を説明するフローチャートであって、アシスト終了時にアシストトルクを徐減させる制御を行うアシスト制御ルーチンを示している。

【図13】図12の制御作動を説明するタイムチャートであって、アシスト走行終了判定に先立ってアシストトルクを徐減する作動を示している。

【図14】図12の制御作動を説明するタイムチャートであって、アシスト走行終了判定から遅延させてアシストトルクを徐減する作動を示している。

【図15】回生時においてキャパシタの充電電流を制限するための補正係数 k_i を決定する関係を示す図である。

【符号の説明】

20：前輪

34：後輪

MG1：電気モータ/ジェネレータ

MG2：電気モータ/ジェネレータ（電動機）

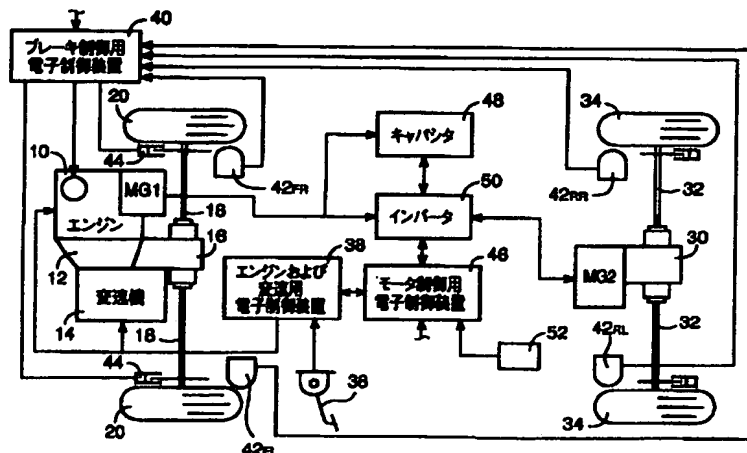
48：キャパシタ（電源）

56：アシスト走行終了判定手段（電動機作動終了判定手段）

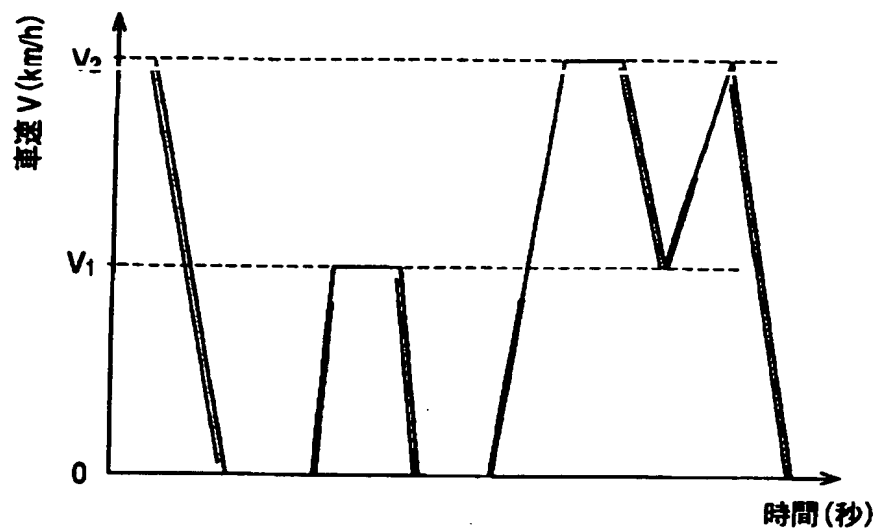
58：電動機制御手段

70：アシスト作動終了遅延手段（電動機作動終了遅延手段）

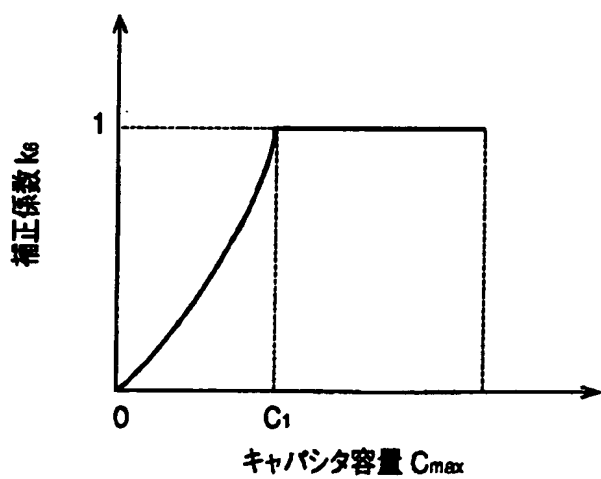
【図1】



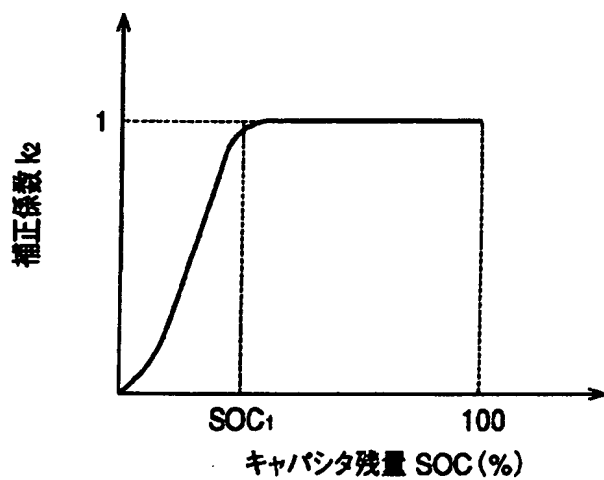
【図2】



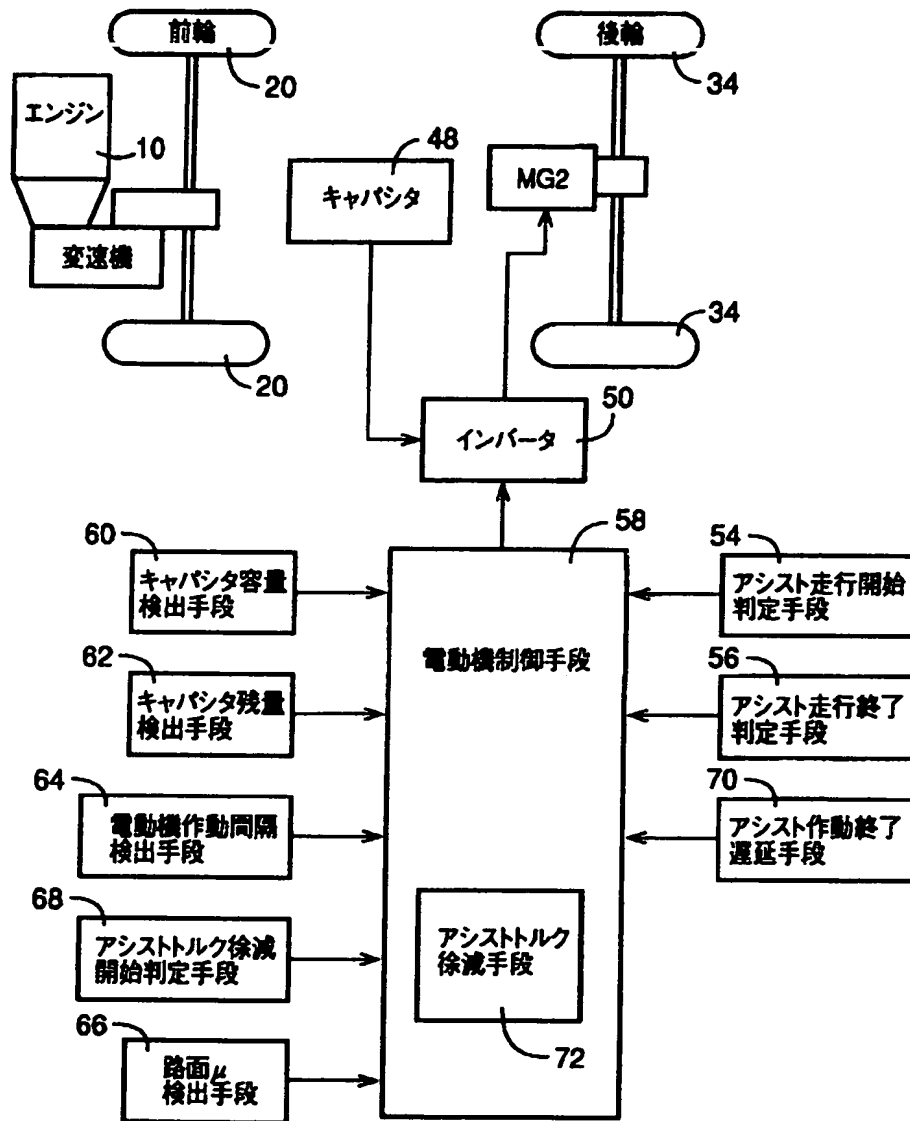
【図4】



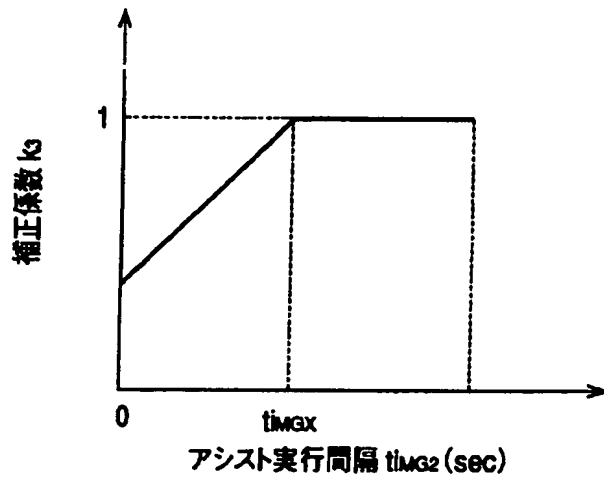
【図5】



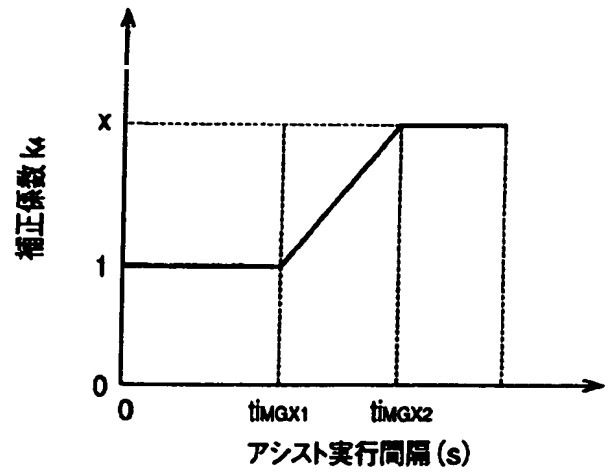
【図3】



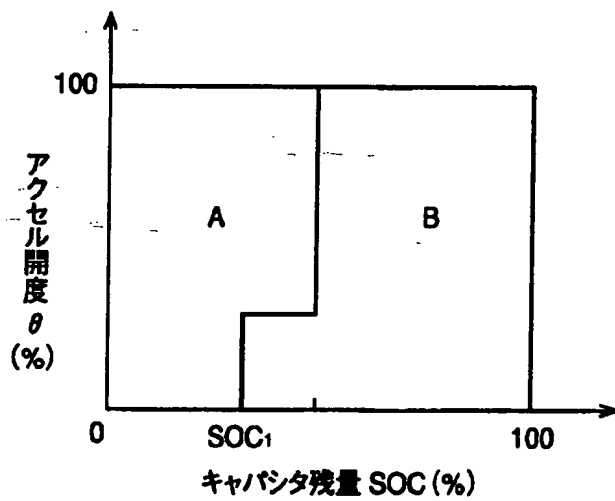
【図6】



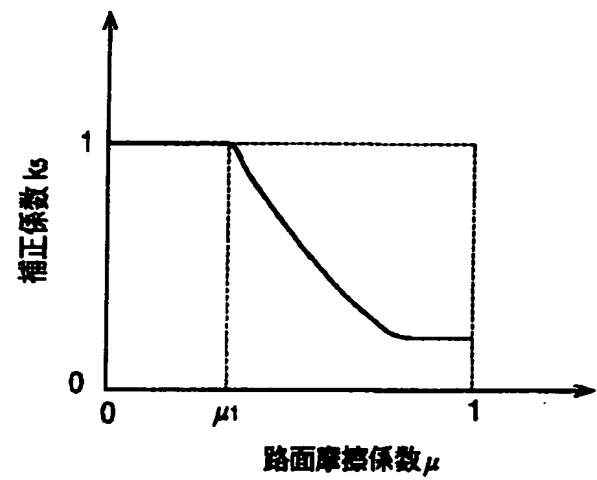
【図7】



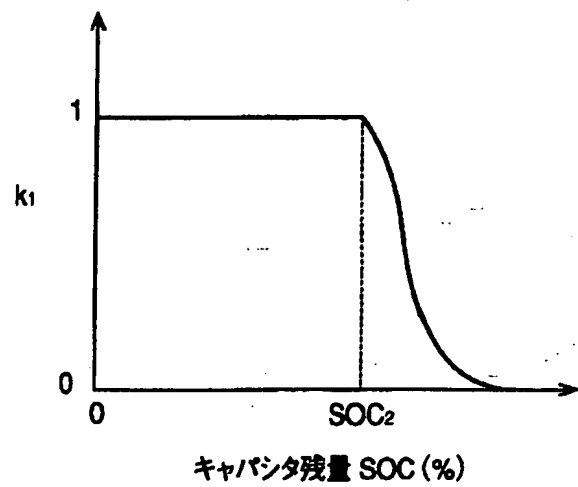
【図8】



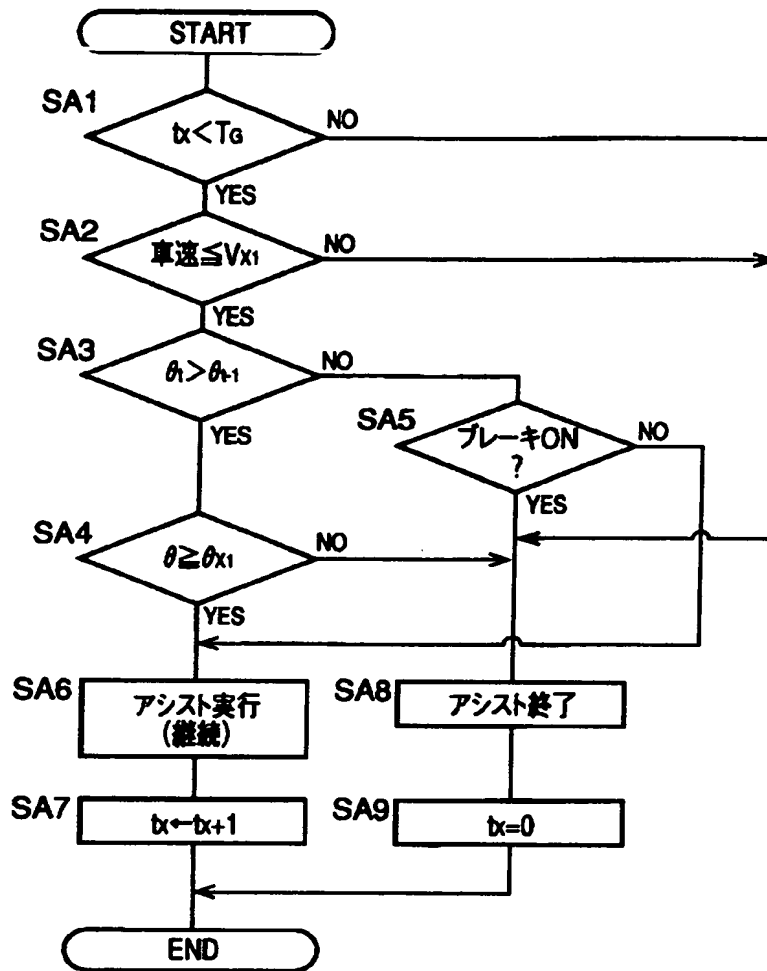
【図9】



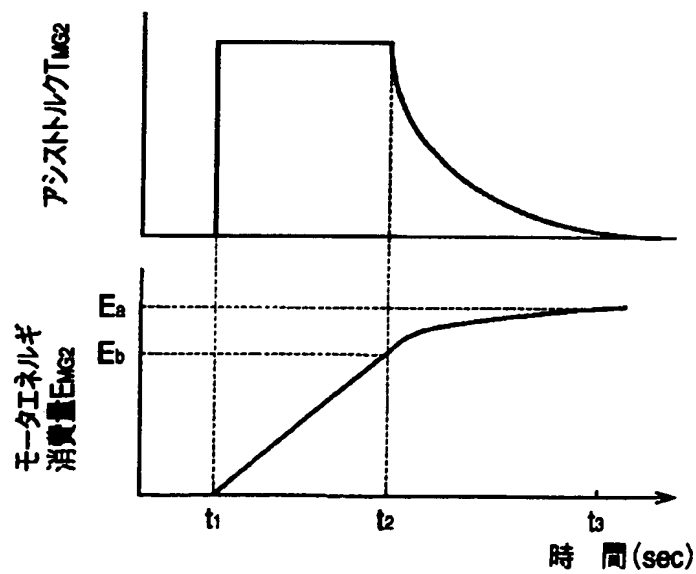
【図15】



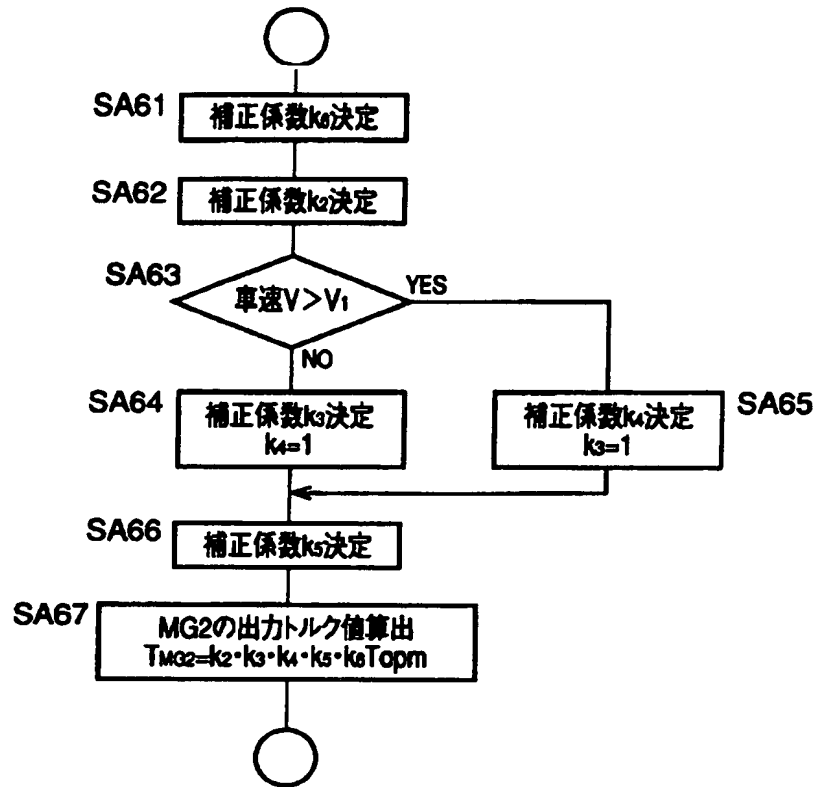
【図10】



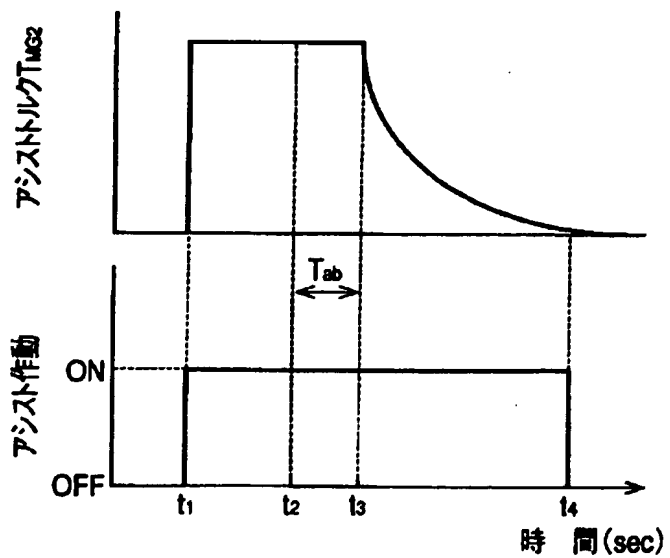
【図13】



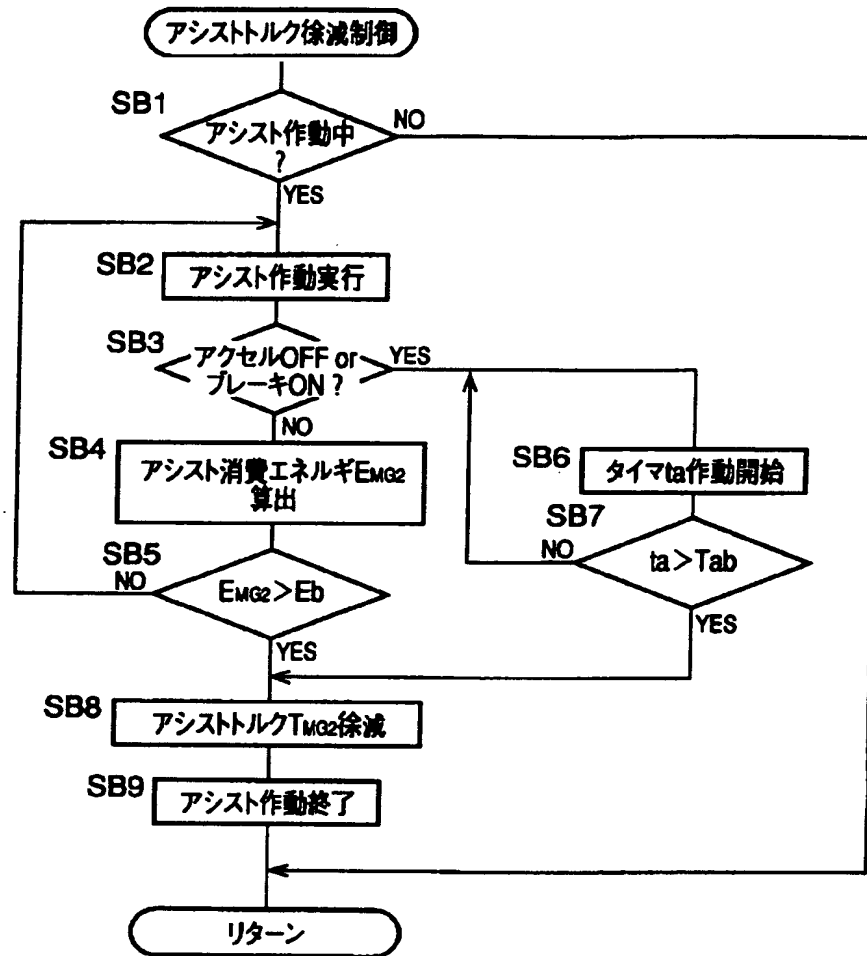
【図11】



【図14】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 山東 昭
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 (72)発明者 新居 謙治
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 3D043 AA00 AA04 AB17 EA02 EA05
 EB03
 5H115 PA01 P116 PU01 PU24 PU25
 QE01 QE15 Q104 QN03 QN12
 RB08 RE05 SE05 SE08 SJ12
 SJ13 TB01 TI02 T007 T021
 T023